



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

PATENTSCHRIFT

Veröffentlicht am 16. Dezember 1955

Klasse 104b

Gesuch eingereicht: 28. November 1952, 17¼ Uhr. — Patent eingetragen: 15. Oktober 1955.

HAUPTPATENT

Aktiengesellschaft Adolph Saurer, Arbon (Thurgau, Schweiz).

Motorbremse an 4-Takt-Brennkraftmaschinen.



Die Erfindung betrifft eine Motorbremse an 4-Takt-Brennkraftmaschinen, insbesondere für Fahrzeugbetrieb.

Bei 4-Takt-Brennkraftmaschinen ist es bekannt, eine erhöhte Bremswirkung dadurch zu erzeugen, daß in die Abgasleitung ein Absperrorgan (Drehklappe, Drehschieber, Flachschieber usw.) eingebaut wird, mit welchem beim Bremsen die Abgasleitung gedrosselt und für maximale Bremsung ganz abgesperrt wird. Der Ansaugtakt, der Verdichtungstakt und der Expansionstakt des Motors verlaufen dabei normal. Während des Ausstoßtaktes dagegen hat bei geschlossenem Abschlußorgan im Auslaßkanal der Kolben gegen den im Auslaß herrschenden Staudruck zu arbeiten, womit eine zusätzliche Bremswirkung erzielt wird.

Im weiteren ist es bei 2-Takt-Brennkraftmaschinen bekannt, eine erhöhte Bremswirkung dadurch zu erreichen, daß man während des Verdichtungtaktes und des Expansionstaktes durch ein Abblasventil, das während des Bremsvorganges auf einen bestimmten, festen Querschnitt geöffnet wird, Luft aus dem Zylinder ins Freie oder in die Abgasleitung ausströmen läßt. Während der beiden Takte entsteht im Arbeitszylinder eine sogenannte Verdichtungsschleife, welche einer Arbeitsaufnahme entspricht.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird nun für 4-Takt-Brennkraftmaschinen dadurch erhöhte Bremswirkung erreicht, daß im Auslaßkanal ein Absperrorgan vorgesehen ist,

durch welches während des Ausstoßtaktes zur Erreichung von Bremsarbeit der Auslaßkanal abschließbar ist, und daß Mittel vorgesehen sind, durch welche während des Verdichtungs- und Expansionstaktes zur Erzielung einer weiteren zusätzlichen Bremsarbeit Luft aus dem Arbeitszylinder abgeblasen werden kann.

Bei der Motorbremse gemäß der vorliegenden Erfindung wird also zu der Bremswirkung der sogenannten Staubremse, wie sie bei 4-Takt-Maschinen angewendet wird, eine Bremswirkung im Verdichtungs- und Expansionstakt hinzugefügt, wie sie von der sogenannten Abblasbremse, die bei 2-Takt-Brennkraftmaschinen Anwendung findet, bekannt ist. Mit dieser Maßnahme gelingt es, die innere Bremsarbeit der Maschine angenähert zu verdoppeln.

Vorteilhaft wird während des Verdichtungs- und Expansionstaktes aus dem Zylinder Luft über ein besonderes Abblasorgan, das während des Bremsvorganges dauernd geöffnet bleibt, in den vor dem im Auslaßkanal angeordneten und beim Bremsen geschlossenen Absperrorgan gelegenen Teil der Auspuffleitung ausgestoßen.

Auf der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise veranschaulicht.

Fig. 1 zeigt das Bremsdiagramm einer 4-Takt-Maschine mit eingeschalteter Staubremse.

Fig. 2 zeigt das Bremsdiagramm einer 4-Takt-Maschine, bei der neben der Staubremse

die Abblasbremse eingebaut und in Wirkung gebracht ist.

Fig. 3 zeigt schematisch den oberen Teil einer Brennkraftmaschine mit einem Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Motorbremse.

Fig. 4 zeigt einen Teil von Fig. 3 mit gegenüber dieser Figur etwas geänderter Ausführung.

Fig. 5 zeigt den Druckverlauf im Zylinder und die Ventilerhebungskurven für eine weitere Ausführungsmöglichkeit der erfindungsgemäßen Motorbremse.

Fig. 6 ist ein Ausführungsbeispiel einer Nockenausführung zur Verwirklichung der in Fig. 2 resp. 5 gezeigten Bremsdiagramme.

Fig. 7 ist eine Vorderansicht der Nockenwelle entsprechend Fig. 6, teilweise im Schnitt.

Fig. 8 stellt einen Betätigungstößel mit Einshalterleichterung dar.

Fig. 1 zeigt den Druckverlauf  $p$  in einem Zylinder einer Mehrzylinder-Brennkraftmaschine in Abhängigkeit vom Hubvolumen  $v$ , wie er sich ergibt, wenn die Maschine ohne Zufuhr von Brennstoff von außen angetrieben wird und die Abgasleitung abgeschlossen ist. Wie ersichtlich ist, entsteht während des Verdichtungsaktes 2—3 und des Expansionsaktes 3—4 keine oder eine nur ganz minimale Arbeitsfläche. Eine Arbeitsfläche von Bedeutung wird erst erzielt während des Auspuffaktes 5—6. Die Diagrammfläche I (1—2—5—6) stellt das Arbeitsdiagramm der Staubremse dar.

In Fig. 2 ist analog Fig. 1 wiederum der Druckverlauf in einem Zylinder der Brennkraftmaschine in Abhängigkeit vom Hubvolumen  $v$  dargestellt bei Abschluß von Brennstoff und abgeschlossener Abgasleitung, wo aber zusätzlich ein Abblasen von Luft aus dem Zylinder während des Verdichtungs- und Expansionsaktes erfolgt. Vergleichsweise sind die Verdichtungs- und Expansionslinie ohne Abblasen gestrichelt eingezeichnet. Wie ersichtlich ist, liegen die Verdichtungs- und Expansionslinie 2—3 und die Expansionslinie 3—4, beide mit Abblasen, unterhalb den Linien ohne Abblasen.

Die von den Linien 2—3—4 eingeschlossene Fläche stellt das Arbeitsdiagramm der Abblasbremse dar, und zwar ergibt die schraffierte Arbeitsfläche II der Abblasbremse einen Mitteldruck, der etwa gleich groß ist wie der Mitteldruck der Arbeitsfläche I der Staubremse. Bei voll eingeschalteter Motorbremse ist also der Bremsmitteldruck, der erzielt wird, etwa doppelt so groß wie bei der Staubremse allein.

Entsprechend Fig. 3 ist der Kolben 1 in der Bohrung 2 des Zylindergehäuses 3 geführt. Auf dem Zylindergehäuse 3 ist der Zylinderkopf 4 aufgesetzt. Im Zylinderkopf 4 sind das Auslaßventil 5 und der Auslaßkanal 6 untergebracht. Der Auslaßkanal 6 führt zum Gehäuse 7, in welchem die Drehklappe 8 gelagert ist. Die Drehklappe 8 kann mittels Hebel 9 von außen betätigt werden. Statt der gezeigten Drehklappe kann auch jedes andere, dienliche Sperrorgan verwendet werden, zum Beispiel ein Drehschieber oder ein Flachschieber. Das Auslaßventil 5 wird durch die Feder 10 auf seinen Sitz gepreßt und über den Kipphebel 11, die Stoßstange 12 und den Stößel 13 vom Nocken 14 betätigt. Der Einlaßkanal ist mit 15 bezeichnet. Außer dem Auslaßkanal 6 weist der Zylinderkopf 4 auch den Zusatzkanal 16 auf, der durch das Ventil 17 gegen den Zylinderraum 2 geschlossen wird und vor der Klappe 8 in den Auslaßkanal 6 mündet. Das Ventil 17 wird durch die Feder 18 auf seinen Sitz gepreßt und kann über den im Zylinderkopf 4 gelagerten Hebel 19 und Gestänge 20 durch den Hebel 9 betätigt werden. Statt des Kegelventils 17 mit der Rückzugfeder 18 kann auch ein Flachsitzventil oder ein Hahn mit zylindrischem oder konischem Rücken, ein Kugelventil oder ein nach außen öffnendes federbelastetes Abblasventil verwendet werden. Zweckmäßig gestaltet man das Abblasorgan so, daß sein maximaler Durchströmungsquerschnitt  $0,005 \text{ V cm}^2$  bis  $0,02 \text{ V cm}^2$  beträgt, wobei  $V$  das vom Arbeitskolben bei größter Motordrehzahl sekundlich verdrängte Volumen bedeutet. Für  $10 \text{ Lt./sec}$  vom Arbeitskolben bei Höchstdrehzahl verdrängtes Volumen beträgt der

maximale Durchströmquerschnitt 0,5 bis 2 cm<sup>2</sup>.

Die beschriebene Einrichtung arbeitet wie folgt:

Bei Stellung A des Hebels 9 und der entsprechenden strichpunktirt gezeichneten Stellung der Klappe 8 ist die Bremse ganz ausgeschaltet. Diese Hebel- und Klappenstellung entspricht dem Motorbetrieb. Durch Verschwenken des Hebels 9 von A nach B wird unter gleichzeitiger Ausschaltung der Brennstoffzufuhr die Auspuffleitung abgeschlossen. Beim Auspufftakt ist das Auslaßventil 5 geöffnet, und der Kolben 1 stößt die Luft in die Auspuffleitung 6, wo sie komprimiert wird. Der dabei entstehende Staudruck wirkt sich als Bremskraft auf den Kolben 1 aus. Bei weiterer Verschwenkung des Hebels 9 von der Stellung B in die Stellung C bleibt der Auspuff weiterhin abgeschlossen, da sich die Klappe 8 im Gehäuse 7 lediglich um einen entsprechenden Betrag im Uhrzeigersinn verdreht. Gleichzeitig wird aber das Ventil 17 entgegen der Kraft der Feder 18 über Gestänge 20 und Hebel 19 angehoben, so daß auch während des Verdichtungs- und Expansionstaktes Luft vom Zylinder 2 über den Zusatzkanal 16 in den Auslaßkanal 6 ausgestoßen wird. Bei der Stellung D des Hebels 8 ist das Ventil 17 für maximale Bremswirkung eingestellt.

Im vorliegenden Falle eines Mehrzylindermotors wird in der Auslaßleitung ein für alle Zylinder gemeinsames Absperrorgan vorgesehen. Jeder Zylinder erhält dabei ein Abblasventil, welche gemeinsam von Hebeln oder einer Drehwelle betätigt werden.

Das Abblasventil 17 kann, wie gezeigt, im Zylinderkopf 4 angeordnet werden oder, zum Beispiel bei Benzinmotoren, seitlich in der oberen Zylinderpartie.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Anordnung ist zwischen dem Abblasventil 17 und dem Sperrorgan 8 das durch die Feder 22 belastete Rückschlagventil 23 eingebaut. Dieses Rückschlagventil öffnet in Abblasrichtung, und sein Einbau bezweckt eine Erhöhung der Bremswirkung. Seine Aufgabe besteht darin,

einen Luftverlust aus dem auf den Staudruck der Staubremse aufgefüllten Auslaßkanal 6 zu verhindern. Obwohl der Eröffnungsquerschnitt des Abblasventils 17 nur klein ist, könnte ohne das Rückschlagventil 23 während des Ansaugtaktes Luft aus dem Auslaßkanal in den Zylinder entweichen, der Staudruck im Auslaßkanal 6 würde also etwas sinken und der Motor würde etwas weniger Luft ansaugen. Auch am Ende des Expansionstaktes, das heißt vom Moment an, wo der Zylinderdruck unter den Druck im Auslaßkanal 6 expandiert, würde Luft aus dem Auslaßkanal 6 in den Zylinder 2 einströmen und die Expansion im Zylinder verzögern, was einer Verkleinerung der Bremsdiagrammfläche gleichkäme. Zur Erzielung einer maximalen Bremswirkung ist also der Einbau des in Fig. 4 gezeigten Rückschlagventils 23 zu empfehlen. Bei Mehrzylindermotoren wäre an jedem Abblasventil ein Rückschlagventil vorzusehen.

An Stelle des in den Fig. 3 und 4 gezeigten besonderen Abblasorgans 17 kann auch das Auslaßventil 5 gebraucht werden, indem dieses für den Bremsvorgang nach Abschluß des Einlaßventils wenig geöffnet und mit diesem kleinen Hub so lange offen gehalten wird, bis der Druck im Zylinder beim Expansionstakt etwa den Staudruck im Auslaßkanal 6 erreicht hat. Beim Vorhandensein von mehreren Auslaßventilen in jedem Zylinder können alle diese Ventile in der beschriebenen Weise betätigt werden. Für den für maximale Bremswirkung erforderlichen Öffnungsquerschnitt von 0,5 bis 2 cm<sup>2</sup> pro 100 Lt./sec vom Arbeitskolben verdrängten Volumen ist der erforderliche Ventilhub nur sehr klein, zum Beispiel für einen Motor von 110 mm Bohrung und dem üblichen Ventildurchmesser nur  $\frac{8}{10}$  bis  $\frac{5}{10}$  mm.

Die obere Kurve von Fig. 5 zeigt den Druckverlauf im Arbeitszylinder während der vier Takte. Die untere Kurvenreihe zeigt die Erhebungskurve E des Einlaßventils und die Erhebungskurve A des Auslaßventils sowie die Zusatzerhebungskurve Z des Auslaßventils. Wie aus Fig. 5 ersichtlich ist, erfolgt die Zusatzerhebung des Auslaßventils 5 anschlie-

End an den Einlaßtakt und dauert bis zu dem Moment, in dem während des Expansionstaktes der Zylinderdruck etwa den Druck im Auslaßkanal 6 erreicht hat. Bei Abschluß des Auslaßventils 5 in diesem Punkte wird ein Rückströmen von Luft aus dem Auslaßkanal 6 in den Zylinder 2 verhindert. Während des Einlaßtaktes ist das Auslaßventil 5 geschlossen, so daß auch dann keine Luft aus dem Auslaßkanal in den Zylinder strömen kann. Bei diesem Ausführungsbeispiel übernimmt also das Auslaßventil 5 nicht nur die Funktion des Abblasventils 17, sondern auch des in Fig. 4 gezeigten Rückschlagventils 23.

Für die zu diesem Zwecke angestrebte Betätigung des Auslaßventils 5 bestehen viele Möglichkeiten. Bei einer davon (Fig. 6 und 7) sind die Steuernocken 30, 31 der Maschine verbreitert und der Auslaßnocken 30 erhält auf der einen Hälfte eine zusätzliche, koaxiale Rollfläche 32, die einige Zehntelmillimeter über dem Grundkreis liegt. Die konische Auflauffläche 34 vermittelt den Übergang vom Grundkreis auf den Rollkreis des Abblasnockens 32. Die Form des Einlaßnockens 31 wird nicht beeinflusst.

Zum Einschalten der Abblasbremse wird die Steuerwelle 33 nach Abschluß der Abgasleitung 6 zur Steigerung der Bremswirkung in ihrer Längsachse verschoben, so daß neben dem normalen Auslaßnocken 30 auch der Zusatznocken 32 auf das Auslaßventil 5 einwirkt und dieses für die Abblasbremsung periodisch um einen kleinen Betrag öffnet, wie dies in Fig. 5 unten schematisch gezeigt ist. Vorteilhaft wird vom Motorbremshebel 9 zuerst das Absperrorgan 8 im Auslaßkanal 6 sukzessive geschlossen und anschließend zur weiteren Steigerung der Motorbremswirkung über eine nicht dargestellte Gestängeverbindung die Nockenwelle 33 in Abblasstellung verschoben.

Beim Einrücken der Abblasbremse kann es vorkommen, daß mindestens in einem der Arbeitszylinder der Verdichtungsstakt im Gange ist. Es ist daher möglich, daß ein Auslaßventil im Extremfalle gegen den vollen

Verdichtungsdruck von 40 bis 50 at angehoben werden muß. Dies würde aber zu einer Überlastung der Ventilbetätigungsorgane führen. Zur Schonung dieser Teile ist es daher vorteilhaft, daß in den Betätigungsmechanismus für das Auslaßventil ein vorgespanntes Federorgan eingefügt wird, wobei die Vorspannung dieses Organs mindestens so groß ist wie die maximale, im Motorbetrieb und nach vollzogener Einrückung im Bremsbetrieb auftretende Betätigungskraft.

Fig. 8 zeigt eine Ausführungsmöglichkeit einer solchen Einrückerleichterung. In der Bohrung 40 des von der Nockenwelle betätigten Stößels 41 sind die beiden Spannscheiben 42 (Bellville-Federscheiben) vorgesehen. An Stelle der Spannscheiben 42 könnte aber auch eine Schraubenfeder Verwendung finden. Natürlich könnte das federnde Organ auch an einer andern Stelle des Ventilbetätigungsmechanismus angebracht werden, zum Beispiel an der Stoßstange, am Kipphebel oder am Kipphebel-Lagersupport.

#### PATENTANSPRUCH:

Motorbremse an 4-Takt-Brennkraftmaschinen, insbesondere für Fahrzeugbetrieb, dadurch gekennzeichnet, daß im Auslaßkanal ein Absperrorgan vorgesehen ist, durch welches während des Ausstoßtaktes zur Erreichung von Bremsarbeit der Auslaßkanal abschließbar ist, und daß Mittel vorgesehen sind, durch welche während des Verdichtungs- und Expansionstaktes zur Erzielung einer weiteren zusätzlichen Bremsarbeit Luft aus dem Arbeitszylinder abgeblasen werden kann.

#### UNTERANSPRÜCHE:

1. Motorbremse nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzielung der weiteren zusätzlichen Bremsarbeit ein Abblasorgan in einem Zusatzkanal zwischen dem Zylinder und dem Teil des Auslaßkanals vor dem Absperrorgan vorhanden ist, um während des Verdichtungs- und Expansionstaktes Luft aus dem Zylinder in den erwähnten Teil des Auslaßkanals auszustößen.

2. Motorbremse nach Patentanspruch und Unteranspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Bremsgestänge mit dem Absperrorgan und dem Abblasorgan derart verbunden ist, daß zuerst das Absperrorgan im Auslaßkanal sukzessive geschlossen und bei Bedarf höherer Bremsleistung das Abblasorgan bis zu einem bestimmten Maximalbetrag geöffnet werden kann.

3. Motorbremse nach Patentanspruch und den Unteransprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Abblasorgan im Zylinderkopf der Maschine angeordnet ist.

4. Motorbremse nach Patentanspruch und den Unteransprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Abblasorgan in der oberen Zylinderpartie angeordnet ist.

5. Motorbremse nach Patentanspruch und den Unteransprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Abblasorgan ein mit Rückzugfeder versehenes Kegelventil vorgesehen ist.

6. Motorbremse nach Patentanspruch und den Unteransprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Abblasorgan ein mit Rückzugfeder versehenes Flachsitzventil vorgesehen ist.

7. Motorbremse nach Patentanspruch und den Unteransprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Abblasorgan ein Hahn mit kegeligem Kücken vorgesehen ist.

8. Motorbremse nach Patentanspruch und den Unteransprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Abblasorgan ein Hahn mit zylindrischem Kücken vorgesehen ist.

9. Motorbremse nach Patentanspruch und den Unteransprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der maximale Durchströmquerschnitt des Abblasorgans  $0,005 \text{ Vcm}^2$  bis  $0,02 \text{ Vcm}^2$  beträgt, wobei V das vom Arbeitskolben bei größter Motordrehzahl sekundlich verdrängte Volumen in Litern bedeutet.

10. Motorbremse nach Patentanspruch und den Unteransprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Abgasleitung und Abblasorgan ein Rückschlagventil eingebaut ist, welches in Abblasrichtung öffnet und bei einsetzender Rückströmung schließt, damit ein Rückströmen von Luft aus der Abgasleitung in den Zylinder verhütet wird.

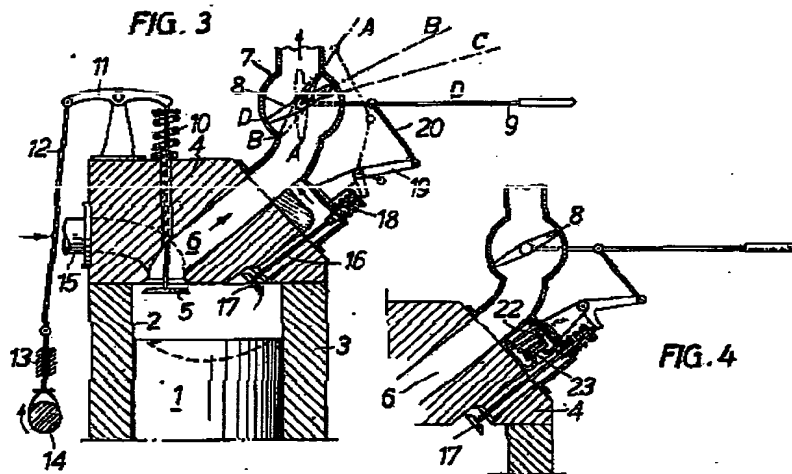
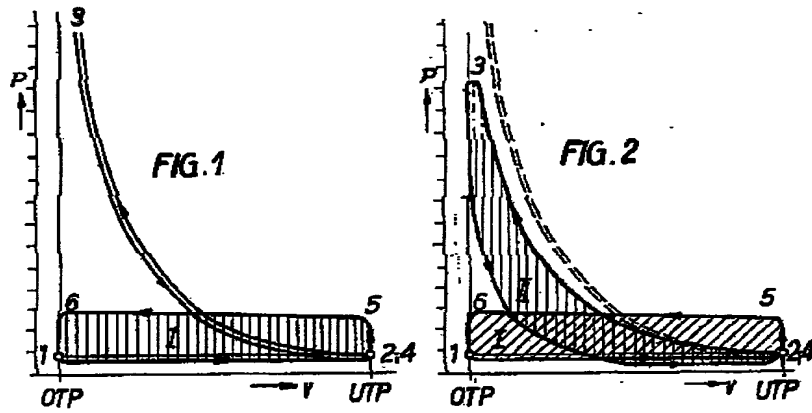
11. Motorbremse nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß als Abblasorgan mindestens ein Auspuffventil benutzt wird, indem dieses für den Bremsvorgang nach Abschluß des Einlaßventils nur um einen Bruchteil seines Hubweges angehoben und so lange offen gehalten wird, bis der Druck im Zylinder beim Expansionstakt mindestens annähernd den Staudruck im Auslaßkanal erreicht hat.

12. Motorbremse nach Patentanspruch und Unteranspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuernocken der Maschine verbreitert sind, wobei der Auslaßnocken mit einem Zusatznocken, dessen Höhe ein Bruchteil der Höhe des Auslaßnockens ausmacht, versehen ist, und daß beim Umschalten der Bremse nach Abschluß der Abgasleitung zur Steigerung der Bremswirkung die Steuerwelle in ihrer Längsachse verschoben wird, so daß neben dem normalen Auslaßnocken auch der Zusatznocken auf das Auslaßventil einwirkt und dieses für die Abblasbremsung periodisch öffnet.

13. Motorbremse nach Patentanspruch und den Unteransprüchen 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, daß in den Betätigungsmechanismus für das Auslaßventil ein vorgespanntes Federorgan eingefügt ist, wobei die Vorspannung dieses Organs mindestens so groß ist wie die maximale, im Motorbetrieb und nach vollzogener Einrückung im Bremsbetrieb auftretende Betätigungskraft.

Aktiengesellschaft Adolph Saurer.

Vertreter: E. Blum & Co., Zürich.



BEST AVAILABLE COPY

